

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050824

International filing date: 25 February 2005 (25.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 009 137.4  
Filing date: 25 February 2004 (25.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 June 2005 (20.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 009 137.4

**Anmeldetag:**

25. Februar 2004

**Anmelder/Inhaber:**

Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:**Cross-Connector für optische Signale in Zeitmulti-  
plex-Technik**IPC:**

H 04 J 14/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. April 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

**Agurke**

## Beschreibung

## Cross-Connector für optische Signale in Zeitmultiplex-Technik

- 5 Die Erfindung betrifft einen Cross-Connector für optische Signale nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

10 In einem Netzwerk mit optischen Zeitmultiplex-Signalen oder sogenannten OTDM-Signalen (OTDM = optical time division multiplex) werden Daten eines Zeitmultiplex-Signals bei höher Datenrate  $G$  (z. B.  $G = 160$  GBit/s) aus Datenkanälen niedriger Datenrate - d. h. mit einer Grunddatenrate  $F = G/M$ , wobei  $M$  ganzzahlig ist, z. B.  $M=16$ ,  $F=10$  GBit/s - mit Hilfe optischer Methode zusammenmultiplext. Ein derartiges Zeitmultiplex-  
15 Signal mit hoher Datenrate  $G$  kann maximal aus einer Mehrzahl von  $M = G/F$  Kanälen zusammengesetzt sein.

20 Bei jedem Netzwerk ist es erforderlich, Cross-Connectoren zur Schaltung von Zeitmultiplex-Signalen oder deren Kanäle zu realisieren. Meistens werden die Kanäle des Zeitmultiplex-Signale in eine Einrichtung mit einer Anzahl von z. B.  $M=16$  Demultiplexern eingespeist, neu geschaltet und mittels einer weiteren Multiplex-Einrichtung in ein neues Zeitmultiplex-Signal weitergeleitet. Dies erfordert viel Aufwand sowie hohe Kosten. Zudem verschlechtert sich dadurch das Signal-zu-Rausch-Verhältnis von Signalen stark.

30 Aufgabe der Erfindung ist es, einen Cross-Connector für optische Signale anzugeben, der eine einfache Schaltung von Daten in Kanälen aus Zeitmultiplex-Signalen ermöglicht.

Eine Lösung der Aufgabe erfolgt durch einen Cross-Connector mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

35 In der vorliegenden Erfindung wird zur Erleichterung des Lesens über "Schaltung, Durchlassung, Zeitverschiebung, Zuordnung, etc von Kanälen" die Rede sein. Es wird in solchen Fäl-

len gemeint, dass übertragene Daten z. B. von einem Kanal zu einem anderen Kanal geschaltet oder Daten über einen Kanal durchgelassen, etc. werden. Dabei ist ein Wechsel zwischen Granularitäten z. B. durch Konversion aus Zeitmultiplex- in  
5 Wellenlängenmultiplex-Signale nicht vorgesehen.

Ausgehend vom einem Cross-Connector für N optische Signale, der N Eingänge und P Ausgänge ( $N > 1$ ,  $P > 1$ ) aufweist, wobei die N optischen Signale als mehrere Kanäle aufweisende Zeitmulti-  
10 plex-Signale vorgesehen sind, ist zur erfindungsgemäßen Schaltung von Kanälen aus z. B. zwei der Zeitmultiplex-Signale ein optisches Zeitmultiplex-Signal jeweils zu einem optischen Schalter mit einem nachgeschalteten optischen Kombinierer zugeführt. An dem ersten optischen Schalter ist eine  
15 erste Anzahl von aus dem ersten optischen Signal abgezweigten Kanälen zu dem zweiten optischen Kombinierer geführt. Ebenfalls ist an dem zweiten optischen Schalter eine zweite Anzahl von aus dem zweiten optischen Signal abgezweigten Kanälen zu dem ersten optischen Kombinierer geführt. Eine derar-  
20 tige Schaltung zur gleichzeitigen Zuführung der beiden abgezweigten Kanalgruppe in beide optische Kombinierer wird mittels Kontrollsignale betätigt, die den optischen Schaltern zugeführt sind.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Cross-Connectors ist darin zu sehen, dass keine Demultiplexierung im Sinne einer Verteilung des ursprünglichen Zeitmultiplex-Signals in mehrere Reihen von zu schaltenden Signalen niedri-  
ger Bitrate benötigt wird, da die Schaltung kanalindividuell  
30 erfolgt. Dieser Aspekt bedeutet eine erhebliche Senkung der Kosten sowie eine extrem hohe Schaltgeschwindigkeit beliebiger Kanäle. Eine weitere entsprechende aufwendige Multiplexierung der geschalteten Kanäle ist ebenso nicht mehr benötigt.

35

In vorteilhafter Weise wird die erfindungsgemäße Schaltung des Cross-Connectors mittels hochbitratiger Kontrollsignale

mit modulierten Pulssequenzen gesteuert. Die Erzeugung dieser Kontrollsignale basiert auf einer Mehrzahl von herkömmlichen parallel geschalteten optischen Leitern, die optische Modulatoren z. B. bei einer Grunddatenrate von  $F=10$  GBit/s sowie  
5 unterschiedliche optische Lichtwege aufweisen und deren Ausgänge optisch gekoppelt sind, derart dass eine resultierende Pulssequenz mit einer Bitrate von  $X$  mal 10 Gbit/s nach der Kopplung der optischen Leitern erzeugt wird. Eine derartige Vorrichtung zur Erzeugung von Kontrollsignalen beliebiger  
10 Hochbitrate kann als integriertes optisches Bauelement kostengünstig erstellt werden oder auf Fasern entsprechender Länge basiert sein. Dabei kann eine Vorrichtung vorgesehen sein, mit der die Pulssequenzen variiert werden können oder teilweise Teile der Sequenzen ausgeschalten werden können.  
15 Bei der Erfindung werden die Kontrollsignale maximal die Bitrate der Zeitmultiplex-Signale z. B. bei 160 GBit/s aufweisen, damit kanalindividuelle logische Operationen ohne Unterbrechung der Datenströme der dem Cross-Connector eingehenden  $N$  Zeitmultiplex-Signale getriggert werden.

20 Im allgemeinen weist der Cross-Connector mit  $N$  Eingängen und  $P$  Ausgängen  $N(P-1)$  optische Schalter und  $P(N-1)$  optische Kombinierer auf. Da Datenkanäle mit sehr hohen Bitrate geschaltet werden müssen, werden optische Schalter sowie Kombinierer verwendet, die auf optische Mechanismen beruhen. Elektrische und mechanische Vorrichtungen sind dafür vorerst nicht vorgesehen, da sie viel zu langsam sind. Verwendbare Technologien sind z. B. Gewinn-Transparente Ultraschnelle Nichtlineare Interferometer (GT-UNI = Gain transparent - ultraspeed nonlinear interferometer) oder Schalter, die auf Vierwellenmischung (FWM = four wave mixing), Kreuzphasenmodulation (XPM = cross phase modulation) oder Kreuzgewinnmodulation (XGM = cross gain modulation) beruhen. Ebenfalls sind Takt- und Phasensynchronisationsmitteln für den Cross-Connector erforderlich,  
30  
35 lich, die aber aus Klarheitsgründen für die vorliegende Erfindung nicht beschrieben werden. Durch die weitere schnelle Entwicklung der elektronischen Hochfrequenztechnik ist es

vorstellbar, dass in wenigen Jahren auch elektronisch basierte Schalter für diese Cross-Connectoren eingesetzt werden können.

- 5   Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines einzelnen Kontrollsignals für die Steuerung mehrerer optischen Schalter, wenn die dem Cross-Connector eingehenden Zeitmultiplex-Signale dieselbe Anzahl von zeitmultiplexierten Kanälen aufweisen.

15   Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

- 20   Fig. 1:    ein erster Cross-Connector für zwei eingehende Zeitmultiplex-Signalen mit unterschiedlichen Anzahlen zeitmultiplexierter Signale,  
       Fig. 2:    ein zweiter Cross-Connector für zwei eingehende Zeitmultiplex-Signale mit gleicher Anzahl zeitmultiplexierter Signale,  
       5    Fig. 3:    schematische Darstellung eines Cross-Connectors mit 4 Eingängen und 5 Ausgängen.

30   In Fig. 1 ist zur Verdeutlichung des Gegenstandes der Erfindung ein Ausführungsbeispiel angegeben, bei dem ein Cross-Connector und deren wesentliche Merkmale für zwei eingehende Zeitmultiplex-Signale S1, S2 und zwei ausgehende Zeitmultiplex-Signale SS1, SS2 dargestellt ist. Dabei weisen die optischen Zeitmultiplex-Signale S1, S2 unterschiedliche Anzahlen H, K von zeitmultiplexierten Kanälen auf. Jeweils zu einem  
 35   Eingang eines optischen Schalters OS1, OS2 mit einem nachgeschalteten optischen Kombinierer OK1, OK2 wird das Zeitmultiplex-Signal S1, S2 zugeführt. Am optischen Schalter OS1, OS2

wird die Schaltung - d. h. Abzweigung oder Durchlassung - beliebiger Kanäle erfolgen. An dem ersten optischen Schalter OS1 soll eine erste Anzahl J von aus dem ersten optischen Signal S1 abgezweigten Kanälen AS1 zu dem zweiten optischen Kombinierer OK2 geführt sein. Ebenfalls an dem zweiten optischen Schalter OS2 soll eine zweite Anzahl L von aus dem zweiten optischen Signal S1 abgezweigten Kanälen AS2 zu dem ersten optischen Kombinierer OK1 geführt sein. Zur gleichzeitigen Zuführung der abgezweigten Kanäle AS1, AS2 in beide optische Kombinierer OK1, OK2 sind zwei Kontrollsignale KS1, KS2 den optischen Schaltern OS1, OS2 zugeführt, deren Pulsssequenz derart ausgebildet ist, dass innerhalb der Mehrzahl H, K der zeitmultiplexierten Kanäle jegliche gewünschte abzuzweigende Kanäle - z. B. AS1 oder AS2 - eines beider Zeitmultiplex-Signale - z. B. S1 bzw. S2 - selektiv gewählt wird und einem seinem optischen Schalter - hier OS1 bzw. OS2- nicht nachgeschalteten optischen Kombinierer - d. h. hier OK2 bzw. OK1 - zugeführt ist.

Die hier verwendeten optischen Kombinierer OK1, OK2 weisen eine Detektionseinheit zur Ermittlung der Belegung eingehender zeitmultiplexierter Kanäle sowie Mitteln zur gegenseitigen Zeitverschiebung bzw. Neuordnung und Hinzufügung von Kanälen auf, damit eine kollisionsfreie Zusammenfassung ihrer eingehenden Kanäle für die Erzeugung der ausgehenden Zeitmultiplex-Signale SS1, SS2 erfolgt.

Dem ersten optischen Schalter OS1 ist ein Zeitverzögerungsglied T vorgeschaltet, damit eine optionale relative Zeit- oder Phasenverzögerung zwischen den zwei eingehenden Zeitmultiplex-Signalen S1, S2 bei einer eventuellen unerwünschten Verschiebung mittels z. B. Phasendetektors und -reglers PDR eines überprüft und korrekt eingestellt wird. Eine Kontrolleinheit CR ermittelt die eingestellte Zeitverzögerung der Zeitmultiplex-Signale S1, S2 und synchronisiert ebenfalls die Phase der hochbitratigen Kontrollsignale KS1, KS2 mit.

Je nachdem welche Kanäle AS1, AS2 in den Zeitmultiplex-Signalen S1, S2 abgezweigt werden, werden die Pulssequenzen beider Kontrollsignale KS1, KS2 dementsprechend aufmoduliert. Ein Einsen-Puls der Pulssequenz bedeutet z. B. an einem der optischen Schalter OS1, OS2 "Abzweigen", ein Nullen-Puls "Durchlassen". Zur Erzeugung zweier beliebiger Pulssequenzen für beide Sätze von abzuzweigenden Kanälen AS1, AS2 wird hier ein Pulsquelle PULS mit zwei parallel nachgeschalteten Datenpulssequenzerzeuger PULSTRAIN1, PULSTRAIN2 verwendet, deren Ausgangssignale die erwünschten Kontrollsignale KS1, KS2 sind. Dadurch wird die Betätigung der Abzweigung der Kanäle AS1, AS2 gleichzeitig und kanalindividuell in beiden eingehenden Zeitmultiplex-Signalen S1, S2 erfolgen.

Weisen zwei Zeitmultiplexsignale S1, S2 eine Gesamtzahl M von zeitmultiplexierten Kanälen auf, aus denen eine Anzahl H bzw. K von Kanälen in den optischen Schaltern OS1, OS2 durchlassen werden, so sind die Kontrollsignale KS1, KS2 derart auszubilden, dass die erste Gesamtzahl H+L-J und die zweite Gesamtzahl K+J-L von den optischen Kombinerern OS1, OS2 ausgehenden Kanälen kleiner oder gleich bleibt als die Gesamtzahl von Kanälen eines dem optischen Kombinerer OS1, OS2 ausgehenden Zeitmultiplex-Signals SS1, SS2.

Ferner wird in Fig. 2 der Spezialfall gemäß Figur 1 betrachtet, indem beide eingehende Zeitmultiplex-Signale S1, S2 dieselbe Anzahl  $H=K=M$  von Kanälen aufweisen, aus deren einige Kanäle AS1, AS2 jeweils an einem optischen Schalter eines ersten Zeitmultiplex-Signals abgezweigt und an einen dem optischen Schalter nicht nachgeschalteten optischen Kombinerer weitergeleitet werden, wie es in einem Cross-Connector gestaltet ist. In diesem Fall vereinfacht sich die Ausbildung beider Kontrollsignale KS1, KS2 derart, dass ihre Pulssequenzen invertierte Daten - d. h.  $KS2 = \overline{KS1}$  - aufweisen. D. h., es wird lediglich ein einzelner Datenpulssequenzerzeuger PULSTRAIN1 mit den zwei invertierten für die vorgesehenen Kontrollsignale KS1, KS2 Ausgangssignalen benötigt.



In Fig. 3 wird ein erfindungsgemäßer Cross-Connector mit 4 Eingängen und 5 Ausgängen schematisch dargestellt. Der Cross-Connector lässt sich auf eine beliebige Anzahl  $N$  von Eingängen und  $P$  von Ausgängen erweitern. An jedem Eingang des Cross-Connectors, d. h. am jedem Eingang eines ersten optischen Schalter  $OS(i, 1)$  - mit  $i$  ganzzahlig und  $0 < i < 6$  - von seriell geschalteten Reihen von weiteren optischen Schalter  $OS(i, j)$  - mit  $j$  ganzzahlig und  $0 < j < 5$  - ist ein Zeitmultiplex-Signal abgegeben. Insgesamt vier Zeitmultiplex-Signale werden über eine Reihe von vier (oder  $P-1$  bei  $P$  Eingängen) optischen Schaltern durchgehen, z. B. für das erste Zeitmultiplex-Signal über die optischen Schalter  $OS(1,1)$ ,  $OS(1,2)$ ,  $OS(1,3)$ ,  $OS(1,4)$ . Damit stehen für jedes eingehende Zeitmultiplex-Signal vier bzw.  $P$  Möglichkeiten zur Abzweigung von Kanälen zur Verfügung. An den optischen Schalter  $OS(i, j)$  sind gemäß Figur 1 oder 2 optische Kombinierer  $OK(x, y)$  - hier  $x, y$  ganzzahlig und  $0 < x < 6$ ,  $0 < y < 4$  - nachgeschaltet, derart dass an jedem Ausgang der vier bzw.  $P$  optischen Schalter  $OS(1,4)$ ,  $OS(2,4)$ ,  $OS(3,5)$ ,  $OS(4,4)$  drei bzw.  $N-1$  seriell geschalteten optischen Kombinierer  $\{OK(1,1), OK(1,2), OK(1,3)\}$  bzw.  $\{OK(2,1), OK(2,2), OK(2,3)\}$  bzw.  $\{OK(3,1), OK(3,2), OK(3,3)\}$  bzw.  $\{OK(4,1), OK(4,2), OK(4,3)\}$ . Eine weitere Reihe von drei bzw.  $N-1$  seriell geschalteten optischen Kombinierer  $\{OK(5,1), OK(5,2), OK(5,3)\}$  ist ebenfalls z. B. am einem der Ausgänge des optischen Schalters  $OS(4,4)$  geschaltet. Aus Ersichtlichkeitsgründen wurden nicht alle Verbindung zwischen Ausgänge aller optischen Schalter  $OS(i, h)$  mit den optischen Kombinierern  $OK(x, y)$  dargestellt, aber die Zahlenpaare in Klammern in den Bauelementen geben an, mit welchen optischen Kombinierer  $OK(x, y)$  einer der Ausgänge eines optischen Schalters  $OS(i, j)$  verbunden ist. Die Ausgänge der optischen Kombinierer  $OK(1,3)$ ,  $OK(2,3)$ ,  $OK(3,3)$ ,  $OK(4,3)$ ,  $OK(5,3)$  bilden die 5 bzw.  $P$  Ausgänge des Cross-Connectors.

## Patentansprüche

1. Cross-Connector für optische Signale (S1, S2, ...), der N Eingänge und P Ausgänge ( $N > 1$ ,  $P > 1$ ) aufweist,  
 5 dadurch gekennzeichnet,  
 dass die optischen Signale (S1, S2, ...) zeitmultiplexierte Kanäle aufweisen und jeweils zu einem optischen Schalter (OS1, OS2, ...) mit einem nachgeschalteten optischen Kombi-  
 nierer (OK1, OK2, ...) zugeführt sind,  
 10 dass an dem ersten optischen Schalter (OS1) eine erste Anzahl (J) von aus dem ersten optischen Signal (S1) abgezweigten Kanälen (AS1) zu dem zweiten optischen Kombinierer (OK2) ge-  
 führt ist und  
 dass an dem zweiten optischen Schalter (OS2) eine zweite An-  
 15 zahl (L) von aus dem zweiten optischen Signal (S1) abgezweig-  
 ten Kanälen (AS2) zu dem ersten optischen Kombinierer (OK1) geführt ist,  
 dass den optischen Schaltern (OS1, OS2) <sup>optische</sup> Kontrollsignale (KS1, KS2) zur gleichzeitigen Zuführung der abgezweigten Kanäle  
 20 (AS1, AS2) in beide optische Kombinierer (OK1, OK2) zugeführt sind.

<sup>Datenkanäle</sup>  
 2. Cross-Connector nach Anspruch 1,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass zwei Zeitmultiplexsignale (S1, S2) eine Gesamtzahl (M) von zeitmultiplexierten Kanälen aufweisen, aus denen eine An-  
 zahl (H bzw. K) von Kanälen in den optischen Schaltern (OS1, OS2) <sup>ge-</sup> durchlassen werden und  
 dass die Kontrollsignale (KS1, KS2) derart ausgebildet sind,  
 30 dass die erste Gesamtzahl ( $H+L-J$ ) und die zweite Gesamtzahl ( $K+J-L$ ) von den optischen Kombinierern (OS1, OS2) ausgehenden Kanälen kleiner oder gleich als die Gesamtzahl von Kanälen eines dem optischen Kombinierer (OS1, OS2) ausgehenden Zeit-  
 multiplex-Signals (SS1, SS2) bleibt.

35

3. Cross-Connector nach Anspruch 1 oder 2,  
 dadurch gekennzeichnet,

dass der optische Kombinierer (OK1, OK2) eine Vorrichtung zur kanalindividuellen Zusammenfassung der abgezweigten Kanäle (AS1, AS2) mit den am vorgeschalteten optischen Schalter (OS2 bzw. OS1) durchgelassenen Kanälen zu einem resultierenden  
5 Zeitmultiplexsignal (SS1, SS2) aufweist.

4. Cross-Connector nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Kontrollsignale (KS1, KS2) als Ausgangssignale mindestens einer Pulsquelle (PQ) modulierte Pulssequenzen aufweisen, deren maximale Bitrate die Bitrate der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) beträgt.

5. Cross-Connector nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
dass beide Kontrollsignale (KS1, KS2) invertierte Daten aufweisen.

6. Cross-Connector nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
dass die optischen Kombinierer (OK1, OK2) eine Detektionseinheit zur Ermittlung der Belegung eingehender zeitmultiplexierten Kanäle sowie Mitteln zur gegenseitigen Zeitverschiebung bzw. Neuordnung von Kanälen aufweist.

## Zusammenfassung

## Cross-Connector für optische Signale in Zeitmultiplex-Technik

5 Die Erfindung betrifft einen Cross-Connector für optische  
Zeitmultiplex-Signale, deren zeitmultiplexierte Kanäle ein-  
fach geschaltet werden. Eines der optischen Zeitmultiplex-  
Signale ist jeweils zu einem optischen Schalter mit einem  
nachgeschalteten optischen Kombiniierer zugeführt. An einem  
10 ersten optischen Schalter ist eine erste Anzahl von aus einem  
ersten optischen Zeitmultiplex-Signal abgezweigten Kanälen zu  
einem zweiten optischen Kombiniierer geführt. Ebenfalls ist an  
einem zweiten optischen Schalter eine zweite Anzahl von aus  
einem zweiten optischen Signal abgezweigten Kanälen zu dem  
15 ersten optischen Kombiniierer geführt. Eine derartige Schal-  
tung zur gleichzeitigen Zuführung der beiden abgezweigten Ka-  
nalgruppe in beide optische Kombiniierer wird mittels hoch-  
bitratiger Kontrollsignale betätigt, die den optischen Schal-  
tern zugeführt sind.

20

Fig. 1

FIG 1

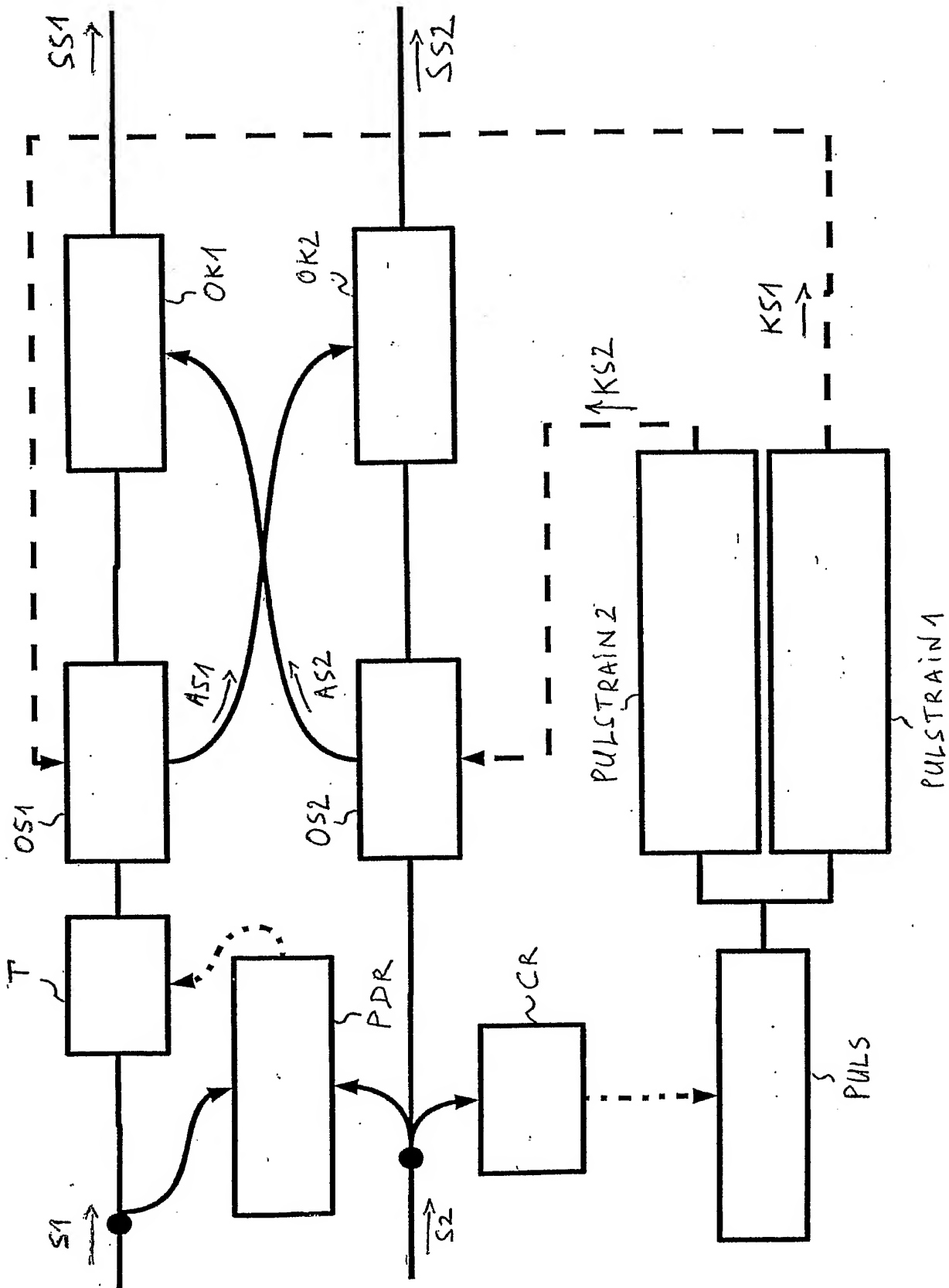


FIG 2

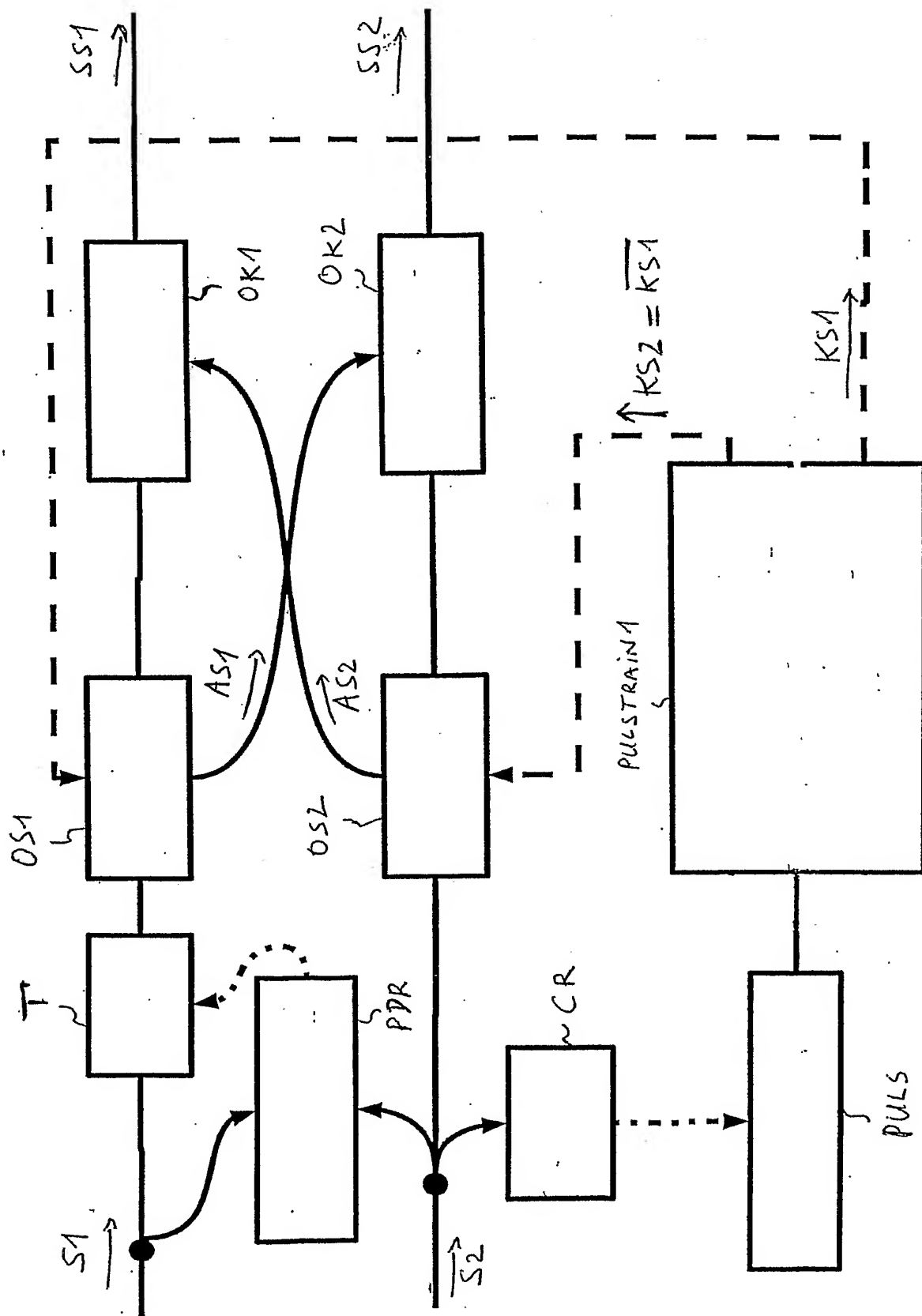


FIG-3

